

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт ЭНИН

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Кафедра Электроэнергетических систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование КЭС мощностью 1900 МВт

УДК 621.311.2.002.5:621.313.322-81.001.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Балаба Сергей Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Пономарчук Н.Р.			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Потехина Н.В.	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов И.И.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов А.О.	К.Т.Н.		

Томск – 2016 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результата	Результат обучения
<i>Общекультурные компетенции</i>	
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы; готовность применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование современных технических средств и информационных технологий в профессиональной области для решения коммуникативных задач.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля; осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования; уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства коллективом исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами; уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание социальных, правовых, культурных и экологических аспектов профессиональной деятельности, знание вопросов охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на электроэнергетических и электротехнических производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты профессиональной деятельности.
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>	
P7	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности с целью моделирования элементов, систем и объектов электроэнергетики и электротехники.
P8	Способность применять стандартные методы расчета и средства автоматизации проектирования; принимать участие в выборе и проектировании элементов, систем и объектов электроэнергетики и электротехники в соответствии с техническими заданиями.
P9	Способность применять современные методы разработки энергосберегающих и экологически чистых технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов на электроэнергетическом и электротехническом производствах.
P10	Готовностью обеспечивать соблюдение производственной и трудовой дисциплины на электроэнергетическом и электротехническом производствах; осваивать новые технологические процессы производства продукции; обеспечивать соблюдение заданных параметров технологического процесса и качества продукции.
P11	Способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений; выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда; определять и обеспечивать эффективные режимы технологического процесса.
P12	Способность проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов; планировать экспериментальные исследования; применять методы стандартных испытаний электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники.

Код результата	Результат обучения
P13	Способность участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности на основе систематического изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, патентных исследований по соответствующему профилю подготовки.
P14	Способностью к монтажу, регулировке, испытаниям, сдаче в эксплуатацию, наладке и опытной проверке электроэнергетического и электротехнического оборудования.
P15	Готовность осваивать новое электроэнергетическое и электротехническое оборудование; проверять техническое состояние и остаточный ресурс оборудования и организации профилактических осмотров и текущего ремонта.
P16	Способность разрабатывать рабочую проектную и научно-техническую документацию, выполнять проектно-конструкторские работы в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами; использовать нормативные документы по качеству, стандартизации и сертификации электроэнергетических и электротехнических объектов, организовывать метрологическое обеспечение; подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества; составлять оперативную документацию, предусмотренную правилами технической эксплуатации оборудования и организации работы.
<i>Специальные профессиональные компетенции Профиль «Электрические станции»</i>	
P7	Способностью моделировать режимы работы электроэнергетических станций и подстанций с использованием профессиональных программ; проводить экспериментальные исследования функционирования элементной базы системной автоматики.
P8	Способностью определить параметры электрической станции; оценивать надёжность работы проектируемой станции.
P9	Способностью оценивать влияние аварийных ситуаций в энергосистемах на безопасность жизнедеятельности людей; последствия от прекращения электроснабжения на функционирование предприятий и возможного ущерба.
P10	Способностью обеспечить соблюдение рассчитанных параметров при строительстве станции, отладке релейной защиты и противоаварийной автоматики; проводить работы по сертификации устройств автоматики энергосистем.
P11	Способностью планировать работу персонала и фондов оплаты труда при разработке электрической станции и включении её в электроэнергетическую систему.
P12	Способностью использовать современную аппаратуру для измерения режимных параметров.
P13	Готовностью к участию в исследовательских работах и внедрению результатов выполненных исследований по автоматизации энергообъектов.
P14	Готовностью к участию в работе по монтажу и наладке устройств на электростанции. Способностью к участию в натурных испытаниях и сдаче в эксплуатацию смонтированного оборудования электростанции.
P15	Способностью к обслуживанию устройств автоматики на электростанциях; способностью к оценке состояния и условий эксплуатации оборудования энергообъекта.
P16	Способностью к проведению анализа результатов работы и составлению отчетной документации.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Кафедра Электроэнергетических систем

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ЭЭС
_____ А.О. Сулайманов

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5А2Б	Балаба Сергей Сергеевич

Тема работы:

Проектирование КЭС мощностью 1900 МВт	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	02.02.16 653/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.16
--	----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Проектирование КЭС мощностью 1900 МВт В качестве исходных данных представлены: 1. Количество генераторов на станции, их параметры; 2. Параметры энергосистемы; 3. Параметры нагрузок потребителей; 4. Величина резерва 5. Состав механизмов собственных нужд
--	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Произвести выбор необходимого оборудования для проектирования КЭС, расчет продолжительных режимов, описание схемы и расчетного присоединения. Провести анализ схемы управления выключателем. Особые требования: оценка безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, экономический анализ.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>ПРИЛОЖЕНИЕ А Главная схема электрических соединений станции ПРИЛОЖЕНИЕ Б Диаграмма Ганта</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Романцов Игорь Иванович</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Потехина Нина Васильевна</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Старший преподаватель</p>	<p>Пономарчук Н.Р.</p>			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>5А2Б</p>	<p>Балаба Сергей Сергеевич</p>		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5A2Б	Балаба Сергей Сергеевич

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭЭС
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Электрические станции

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя - 23264,86 руб. Оклад инженера - 14874,45 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизации - 20%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды - 27,1 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ конкурентных технических решений Определение возможных альтернатив проведения НИИ: -морфологический подход
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование научно-исследовательских работ: -Определение трудоемкости работ; - Диаграмма Ганта. Расчёт бюджета НИИ: - Расчет нематериальных активов и основных средств НИИ - Расчет основной и дополнительной заработной платы - Расчет амортизации - Расчет накладных расходов
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Ресурсоэффективность - Интегральный показатель ресурсоэффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Диаграмма Ганта 3. Бюджет затрат НИИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Потехина Нина Васильевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5A2Б	Балаба Сергей Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А2Б	Балаба Сергей Сергеевич

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭЭС
Уровень образования	бакалавр	Направление/специальность	Электрические станции

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>1. Рабочая зона электромонтера по ремонту и обслуживанию электрооборудования. Рабочая зона электромонтера делится на 2 части:</p> <ul style="list-style-type: none"> – мастерская для ремонта частей электромашин; – другие рабочие зоны (в случае невозможности производства ремонта агрегата в своей мастерской). <p>В этих зонах возможны возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных факторов производственной среды; – опасных факторов производственной среды; – негативного воздействия на окружающую природную среду; – чрезвычайных ситуаций (пожар и взрыв).
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<p>2. ГОСТ 12.1.003-83, ГОСТ 12.1.002-84, СанПиН 2.2.4.1191-03, ФЗ-96, ВК 74-ФЗ, ГОСТ 30772-2001, ФЗ-89, правила ОТ.</p>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>1. Основными вредными факторами на КЭС, оказывающих влияние, являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> – производственный шум (ГОСТ 12.1.003-83); – электромагнитное поле (ГОСТ 12.1.002-84, СанПиН 2.2.4.1191-03); – физические перегрузки; – несоответствие нормам условий микроклимата в соответствии со СНиП 41-01-03
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны 	<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на

<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>атмосферу ;</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на гидросферу; – анализ воздействия объекта на литосферу ;
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные правовые нормы трудового законодательства. В соответствии с ГОСТ Р 54203-2010 предусматриваются определенные режимы транспортировки и хранения угля. ГОСТ Р 50831-95 регламентирует количество выбросов вредных веществ на КЭС.
Перечень графического материала:	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А2Б	Балаба Сергей Сергеевич		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт ЭНИН

Направление подготовки (специальность) электроэнергетика

Уровень образования бакалавр

Кафедра ЭЭС

Период выполнения _____ (весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
11.01.2016 г.	Объект и методы исследования	
18.01.2016 г.	Обзор литературы	
05.02.2016 г.	Изучение программного обеспечения	
19.02.2016 г.	Оптимальный выбор оборудования	
16.03.2016 г.	Расчет электрической части КЭС	
08.02.2016 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
08.02.2016 г.	Социальная ответственность	
29.04.2016 г.	Оформление работы	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Пономарчук Н.Р.			

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭЭС	Сулайманов А.О.	доцент		

Реферат

Выпускная квалификационная работа: 113 страниц; 13 рисунков; 43 таблицы; 18 источников; 2 листа графического материала; презентационное слайд-шоу.

Ключевые слова: энергосистема, конденсационная электростанция, собственные нужды электростанции, релейная защита, энергоблок, социальная ответственность, показатели экономической эффективности.

Объектом исследования является конденсационная электростанция мощностью 1900 МВт.

Цель работы: спроектировать конденсационную электростанцию установленной мощностью 1900 МВт. Выбрать основное силовое оборудование, электрические аппараты, оборудования для электроснабжения собственных нужд, спроектировать чертеж главной схемы электрической станции.

В ходе проведения исследования использовались аналитические, расчетные и графоаналитические методы, использована программа GTCURR. Произведен анализ схемы управления выключателем, а также структурный и функциональный анализ электрической схемы электростанции.

В результате исследования по средствам всех необходимых расчетов было выбрано оборудование для конденсационной электрической станции, а также спроектирована система электроснабжения собственных нужд и спроектирована главная схема КЭС.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: точность выбора необходимого оборудования для КЭС и другие характеристики определены на приемлемом уровне.

Степень внедрения: частичная.

Область применения: используемая методика исследования может быть рекомендована для применения в проектных организациях.

Экономическая эффективность определяется заранее проведенными расчетами без реального ущерба ЭЭС.

В будущем планируется предложить проектной организации использование расчетной части КЭС.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

ЭЭС – электроэнергетические системы;

КЭС – конденсационная электрическая станция;

ЭДС – электродвижущая сила;

РПН – регулирования напряжения под нагрузкой;

СТС – Система тиристорного самовозбуждения;

БЩУ – блочные щиты управления;

ТГ – турбогенератор;

ВЛ – воздушная линия;

ПС – подстанция;

РУ – распределительное устройство;

КЗ – короткое замыкание;

РМ - реактивная мощность.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	
1. ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	
1.1 Описание структурной схемы	
1.2 Выбор турбогенераторов	
1.2.1 Описание системы охлаждения	
1.2.2 Описание системы возбуждения	
1.3 Выбор силовых трансформаторов	
1.3.1 Выбор блочных двухобмоточных трансформаторов	
1.3.2 Выбор автотрансформаторов связи	
1.4 Основные каталожные параметры	
1.5 Полное описание варианта и выбранного расчетного присоединения	
1.6 Выбор коммутационных аппаратов в цепях расчетного присоединения	
1.6.1 Выбор выключателей	
1.6.2 Выбор разъединителей	
1.7 Выбор токоведущих частей цепей расчетного присоединения	
1.7.1 Выбор гибких шин и токопроводов	
1.7.2 Выбор комплектного пофазно-экранированного токопровода для выводов генератора G1	
1.8 Описание формы оперативного управления	
1.9 Проектирование измерительной подсистемы и системы электрообеспечения собственных нужд	
1.9.1 Выбор измерительных трансформаторов тока	
1.9.2 Выбор измерительных трансформаторов напряжения	
1.9.3 Проектирование системы собственных нужд	
2. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КЭС	
2.1 Расчет баланса мощности	
2.1.1 Программный расчет баланса мощности	
2.1.2 Аналитический расчет баланса мощности	

2.2	Расчет продолжительных режимов
2.2.1	Программный расчет продолжительных режимов
2.2.2	Аналитический расчет продолжительных режимов.....
2.3	Определение расчетных условий для выбора аппаратуры и токоведущих частей выбранного присоединения
2.3.1	Расчетные условия по продолжительным режимам работы
2.3.2	Расчётные условия по режимам коротких замыканий
2.4	Расчет режимов короткого замыкания
2.4.1	Программный расчет трехфазного КЗ
2.4.2	Аналитический расчет трехфазного КЗ
3.	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....
3.1	Анализ конкурентных технических решений
3.2	Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.
3.3	Планирование научно-исследовательских работ
3.3.1	Структура работ в рамках научного исследования
3.4	Определение трудоемкости выполнения работ
3.5	Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....
3.5.1	Расчет не материальных активов научного исследования.....
3.6	Основная заработная плата исполнителей
3.6.1	Дополнительная заработная плата исполнителей темы.....
3.6.2	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)
3.7	Амортизация
3.8	Накладные расходы и формирование бюджета затрат научно- исследовательского проекта
3.9	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта
3.9.1	Ресурсоэффективность
3.9.2	Результаты экономического анализа.....
4.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ
4.1	Введение

4.2	Описание рабочего места.....	
4.3	Анализ и устранение потенциальных опасностей и вредностей.....	
4.3.1	Опасность поражения электрическим током	
4.3.2	Электромагнитные поля, статическое электричество, ионизирующие излучения.....	
4.3.3	Тепловые излучения и опасность термического ожога	
4.3.4	Производственная санитария. Микроклимат	
4.3.5	Освещение.....	
4.3.6	Вредные вещества в воздухе рабочей зоны.....	
4.3.7	Производственный шум	
4.3.8	Производственная вибрация	
4.4	Охрана окружающей среды.....	
4.5	Предупреждение аварий и взрывов технологического оборудования	
4.6	Законодательное регулирование проектных решений	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....		
ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ РЕСУРСЫ		
	Приложение А Главная схема электрических соединений станции	
	Приложение Б Диаграмма Гантта	

ВВЕДЕНИЕ

Проблема и ее актуальность. Электроэнергетическая система представляет собой совокупность электростанций, всего оборудования на них, электрических и тепловых сетей, соединённых между собой и участвующих в непрерывном процессе производства, передачи и потребления электроэнергии. Нарушение работы хотя бы одного из этих устройств может привести к нарушениям в режимах работы других, что может привести к серьёзным последствиям: отключение электричества крупных районов, массовому недоотпуску электроэнергии и нарушению сложного технологического процесса крупных промышленных предприятий.

Правильный выбор необходимого оборудования для электрической станции, является основополагающим фактором для бесперебойной работы станции. Каждый элемент станции отвечает четко на поставленную задачу, а в совокупности они все взаимодействуют друг с другом, именно поэтому их выбор крайне важен.

Поэтому задача исследования заключается в правильном выборе электрооборудования для конденсационной электрической станции.

Целью работы является проектирование конденсационной электростанции установленной мощностью 1900 МВт. Выбрать основное силовое оборудование, электрические аппараты, оборудования для электроснабжения собственных нужд и проектирование главной схемы электрической станции.

Объект исследования. Объектом исследования является конденсационная электрическая станция.

Предмет исследования. Выбор оборудования для КЭС, а также описание расчетного присоединения.

Практическая значимость результатов ВКР. Полученные в работе практические результаты в дальнейшем могут быть использованы для учебных, научных и исследовательских целей.

Реализация и апробация работы. В процессе выполнения научно-исследовательской работы в программе GTCURR была собрана модель КЭС. Затем было исследовано влияние трехфазного короткого замыкания на шинах РУ СН и на выводах генератора.

2 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

2.1 Анализ конкурентных технических решений

Целью данного раздела является технико-экономическое обоснование установки автотрансформатора на конденсационной электрической станции, который устанавливается между двумя распределительными устройствами различного напряжения, и служит связующим звеном для передачи электроэнергии.

Для технико-экономического обоснования необходимо провести:

- анализ наиболее конкурентного оборудования
- определение возможных альтернатив проведения научных исследований.

При формировании научно-исследовательского проекта необходимо учитывать детальный анализ наиболее конкурентного оборудования, существующего на рынке. Проводить такой анализ необходимо систематически, поскольку научно-технический потенциал постоянно развивается, соответственно и рынок развивается вслед за научно-техническим прогрессом. Именно поэтому данный анализ позволяет грамотно скорректировать выбор необходимого оборудования, который заключается в оценке сильных и слабых сторон [7].

С целью выявления оптимального оборудования, приводятся наиболее важные аспекты, по которым происходит анализ с целью выявления наиболее подходящего оборудования среди конкурентов.

Среди наиболее важных аспектов анализа конкурентоспособности являются:

- технические характеристики продукции;
- конкурентоспособность продукции;
- стоимость продукции;

- положение продукции на рынке;
- наличие стандартов и сертификатов продукта.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, пример которой приведен в таблице 26. Для этого необходимо отобрать не менее трех-четырех конкурентных продуктов [7].

Так как в работе рассматривается проектирование конденсационной электрической станции, одним из главных элементов является автотрансформатор. В данном научно-исследовательском проекте используется автотрансформатор фирмы “КИМ”, для сравнения возьмем два наиболее продвинутых на отечественном рынке конкурента: это HUBERS и МЭТЗ [9].

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле [7].

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

Где;

K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таблица 26 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		КИМ	HUBERS	МЭТЗ	K_K	K_H	K_M
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Срок службы	0,2	5	5	4	1	1	0,8
2. Надежность	0,2	5	5	4	1	1	0,8
3. Габаритные размеры	0,06	5	4	4	0,3	0,24	0,24
4. Ремонтопригодность	0,15	4	5	4	0,6	0,75	0,6
5. Потери электроэнергии	0,15	5	5	3	0,75	0,75	0,45
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,07	5	5	4	0,35	0,35	0,28
2. Транспортировка	0,03	5	3	3	0,15	0,09	0,09
3. Стоимость	0,05	5	3	4	0,25	0,15	0,2

4. Срок выхода на рынок	0,01	4	5	4	0,04	0,05	0,04
5. Наличие сертификации и стандартизации продукта	0,08	5	5	5	0,4	0,4	0,4
Итого	1				4,84	4,78	3,9

Проводя анализ оборудования с учетом технических и экономических особенностей, были произведены необходимые расчеты с целью выявления наиболее подходящего оборудования. Можно сделать вывод, что наиболее подходящим оборудованием является фирма “КИМ”. Превосходство данной фирмы над конкурентами обеспечивается за счет того, что продукция данного производителя широко распространена на отечественном рынке и пользуется заслуженной популярностью. Этого удалось достичь в первую очередь за счет надежности и качества.

2.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.

В предыдущем разделе были описаны методы, которые позволяют выявить и предложить возможные альтернативы проведения исследования и доработки результатов. Так как проект находится на начальной стадии проведения научных исследований, необходимо провести морфологический подход.

Морфологический подход - основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из закономерностей строения объекта исследования.

Реализация метода предусматривает следующие этапы.

- точная формулировка проблемы исследования.
- раскрытие всех важных морфологических характеристик объекта исследования

Морфологический подход представлен в таблице 27

Таблица 27 - Морфологический подход

	1	2	3
А. Регулирование напряжения	Регулирование под нагрузкой	Переключение без возбуждения	Автоматическое регулирование возбуждения
Б. Охлаждение	Масляное	Негорючий жидкий диэлектрик	Сухое
В. Конструкция	Стержневая	Бронева	Тороидальная
Г. Конструкция бака	С гладким баком без расширителя	С расширительным баком	С расширительным баком и радиаторами
Д. Приведение в рабочее состояние	Ручное включение	Автоматическое включение	Постоянно в рабочем состоянии
Е. Окружающая среда	Воздух	Вода	Вакуум

Выбор наиболее желательных функционально конкретных решений. На этом этапе описываются возможные варианты решения поставленной проблемы с позиции ее функционального содержания и ресурсосбережения. Для данной матрицы это может быть АЗБ1В1ГЗД1Е1 [7].

2.3 Планирование научно-исследовательских работ

2.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научно-исследовательской работы собирается рабочая группа из двух человек, в которую входят научный руководитель и инженер. Далее составляется поэтапный перечень всех необходимых работ, выбирается оптимальное время их исполнения в рабочих днях и количество задействованных в работе человек. [7]

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 28

Таблица 28 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического	1	Выбор направления исследований	Руководитель, инженер

задания	2	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, инженер
Планирование	3	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, инженер
Теоретическое исследование	4	Подбор материалов и литературы по теме	Руководитель, инженер
	5	Изучение материалов и литературы	Инженер
	6	Выбор программного обеспечения	Инженер
	7	Изучение программного обеспечения	Инженер
Практическое исследование	8	Оптимальный выбор оборудования	Инженер
	9	Расчет электрической части КЭС	Инженер
	10	Расчет защит	Инженер
Оформление отчета по НИР	11	Оценка итогов полученных результатов	Руководитель, инженер
	12	Составление отчета по проделанной работе	Инженер

2.4 Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения трудовых затрат необходимо рассчитать трудоемкость работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях. Для расчёта ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5},$$

Где;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.

Исходя из расчётов трудоемкости работ, определяется время выполнения каждой i -ой работы (T_{pi}) по формуле

$$T_{pi} = t_{ожі} / Ч_i,$$

Где;

T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для примера расчета, рассчитаем ожидаемую трудоемкость и продолжительность работы №5:

$$t_{\text{ожі}} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5} = \frac{3 \cdot 7 + 2 \cdot 14}{5} = 9,8;$$

$$T_{pi} = \frac{t_{\text{ожі}}}{\text{Ч}_i} = \frac{9,8}{1} = 9,8.$$

Также необходимо рассчитать длительность работ в календарных днях. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

Где;

T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

Где;

$T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитаем коэффициент календарности:

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 118} = 1,48$$

Затем найдем длительность работ в календарных днях:

$$T_{ki} = 1,2 \cdot 1,48 = 1,78$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа [7].

Все рассчитанные значения вносятся в таблицу 29

Таблица 29 - Календарный график

Номер работы	Трудоемкость работы			Исполнители (кол-во)	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
	$t_{\min i}$ чел-дни	$t_{\max i}$ чел-дни	$t_{\text{ож}i}$ чел-дни			
1	2	5	3,2	2	1,6	3
2	1	3	1,8	2	0,9	2
3	1	3	1,8	2	0,9	2
4	10	20	14	2	7	11
5	7	14	9,8	1	9,8	15
6	1	5	2,6	1	2,6	4
7	7	14	9,8	1	9,8	15
8	10	30	18	1	18	27
9	7	14	9,8	1	9,8	15
10	1	5	2,6	1	2,6	4
11	10	20	14	2	7	11
12	7	14	9,8	1	9,8	15

На основе таблицы 29 выполняется календарное планирование. Обычно оно осуществляется с помощью построения планов-графиков

проведения работ по каждому проекту. На практике они часто называются ленточными графиками Гантта. В таком графике производственный процесс делится на отдельные операции, изображаемые в виде полос в масштабе времени построчно, причем начало последующей операции совпадает с окончанием предыдущей. Последовательный или последовательно-параллельный набор всех работ по горизонтали позволяет определить продолжительность всего комплекса работ, а подсчет по вертикали – количество ежедневно занятых на работах персонала, техники, материальных ресурсов и т.д [7].

Календарный план-график представлен в приложении Б.

2.5 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета научного исследования используются следующие затраты:

- материальные затраты;
- оклады работников;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые взносы);
- амортизация;
- накладные расходы.

2.5.1 Расчет не материальных активов научного исследования

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, а именно компьютерное программное обеспечение, необходимое для реализации научно-исследовательской работы.

Так как данные затраты не являются основными средствами их необходимо включить в стоимость проекта через амортизационные

отчисления. Расчет амортизации нематериальных активов представлен в пункте 3.7

Расчет материалов необходимых для научного исследования приведен в таблице 30 [1].

Таблица 30 – Расчет нематериальных активов для научного исследования

№	Наименование изделия	Кол-во единиц изделия	Цена единицы изделия, тыс. руб.	Общая стоимость изделия, тыс. руб.
1	MicrosoftOffice Professioanl 2016 [2]	2	30,099	60,198
2	Microsoft Visio Professioanl 2016 [2]	1	29,999	29,999
Итого :	90,197 тыс. руб			

2.6 Основная заработная плата исполнителей

В данном пункте рассчитываются заработные платы инженера и научного руководителя, участвующих в выполнении научно-исследовательской работы. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20÷30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 31.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением научного исследования, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = (З_{осн} + З_{доп}) \cdot 1,3$$

Где;

$З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (20 % от $З_{осн}$).

1,3 – коэффициент для г. Томска. [10]

Основная заработная плата (руководителя, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p$$

Где;

$З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_m}{21}$$

Где;

$З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{ТС} \cdot (1 + k_{ПР} + k_{Д}) \cdot k_P$$

Где;

$З_{ТС}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{PP} = 0,3$ – премиальный коэффициент;

$k_D = 0,2$ – коэффициент доплат и надбавок;

$k_P = 1,3$ – районный коэффициент для Томска.

Месячный должностной оклад инженера, руб.:

$$З_м = 23264,86 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 45366,48$$

Среднедневная заработная плата инженера, руб.:

$$З_{дн} = \frac{45366,48}{21} = 2160,3$$

Основная заработная плата инженера, руб.:

$$З_{осн} = 2160,3 \cdot 9 = 19442,7$$

Таблица 31 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители	$З_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	$З_м$, руб.	$З_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$З_{осн}$, руб.
Руководитель	23264,86	0,3	0,2	1,3	45366,48	2160,3	9	19442,7
Инженер	14874,45	0,3	0,2	1,3	29010	1381,42	71	98080,82
	Итого 117523,52							

2.6.1 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн}$$

Где;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,15).

Дополнительная заработная плата инженера, руб.:

$$З_{доп} = k_{доп} \cdot З_{осн} = 0,15 \cdot 19442,7 = 2916,4$$

2.6.2 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды - это обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Отчисления во внебюджетные фонды определяются по следующей формуле:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}),$$

Где;

$k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Величина отчислений инженера во внебюджетные фонды, руб.:

$$З_{внеб} = 0,271 \cdot (19442,7 + 2916,4) = 6059$$

На 2016 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 статьи 58 закона № 212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году водится пониженная ставка – 27,1 %. [11]

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 32

Таблица 32 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	19442,7	2916,4
Инженер	98080,82	14712,12
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого, руб.		
Руководитель	6059	
Инженер	30020	
Общее	36079	

2.7 Амортизация

В данном пункте рассчитывается амортизация компьютерного оборудования и принтеров, а также нематериальных активов необходимых в исследовательской работе, так как данные затраты являются основными средствами, они включаются в стоимость проекта через амортизационные отчисления.

Расчет амортизации проводился следующим образом:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{5} = 0,2,$$

Где;

H_A – норма амортизации;

n – срок полезного использования в количествах лет;

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,2 \cdot 190,97}{12} \cdot 4 = 12,67 \text{ тыс.руб.},$$

Где;

I – итоговая сумма в тыс.руб.;

m – время использования в месяцах;

Результаты расчета амортизации используемой техники представлены в таблице 33

Таблица 33 - Расчет амортизации компьютерного оборудования

№	Наименование изделия	Кол-во единиц изделия	Цена единицы изделия, тыс. руб.	Общая стоимость изделия, тыс. руб.
1	Компьютерное оборудование	2	40	80

Продолжение таблицы 33

2	Принтер	2	10	20
3	MicrosoftOffice Professioanl 2016 [2]	2	30,099	60,198
4	Microsoft Visio Professioanl 2016 [2]	1	29,999	29,999
Норма амортизации	20%			
Амортизация	12,67 тыс. руб.			

2.8 Накладные расходы и формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = CC \cdot k_{\text{нр}},$$

Где;

CC – сумма статей;

$k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов берется в размере 16%. [7].

$$З_{\text{накл}} = (100000 + 117523,52 + 17628,52 + 36079) \cdot 0,16 = 43392 \text{ руб.}$$

2.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 34.

Таблица 34– Бюджета затрат НИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	% от общей суммы
1. Оклады исполнителей работ	117523,52	51,7
2. Отчисления во внебюджетные фонды	36079	15,87
3. Дополнительный оклад	17628,52	7,75
4. Амортизация	12670	5,57
5. Накладные расходы	43392	19,11
Наименование статьи	Сумма, руб.	% от общей суммы
Бюджет затрат НИ	227293	100

2.9.1 Ресурсоэффективность

Ресурсоэффективность автотрансформатора связи для распределения энергии между распределительными устройствами определяется при помощи интегрального критерия ресурсоэффективности, который имеет следующий вид:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 35.

Таблица 35 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Безопасность	0,25	5
2. Надежность	0,25	5
3. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,20	4
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,20	4
5. Энергоэкономичность	0,10	3
Итого:	1,00	

Интегральный показатель ресурсоэффективности для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi} = 0,25 \cdot 5 + 0,25 \cdot 5 + 0,20 \cdot 4 + 0,20 \cdot 4 + 0,10 \cdot 3 = 4,4$$

Проведенная оценка ресурсоэффективности проекта дает достаточно неплохой результат (4,4 из 5), что свидетельствует об эффективности реализации технического проекта.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности проекта имеет важное значение при выполнении раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение». Его высокое значение говорит об эффективности использования технического проекта. Высокие баллы безопасности и надежности, удобства в эксплуатации и предполагаемый срок эксплуатации позволяют судить о корректно выполненной разработке системы.

2.9.2 Результаты экономического анализа

В данном разделе было произведено планирование научно-исследовательских работ. В ходе работы была сформирована группа и сформулированы этапы выполнения последовательных работ, построена диаграмма Ганта, в которой указаны максимальные по длительности работы каждого из участников. Затем был произведен расчета бюджета научно-технических исследований. В итоге для проведения научного исследования необходимо 227293 руб.

Основным результатом расходования данных средств на научное исследование является его подача на утверждение в проектную организацию, которая принимает решение об осуществлении данного проекта.

